Aus dem hygienischen Institut der Universität Würzburg
Vorstand: Prof. Dr. M. Knorr

Die Prüfung der Handschuhsterilisation im Hochdruckdampf

Inaugural-Dissertation

verfaßt und einer hohen Medizinischen Fakultät der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

vorgelegt von

Hans Sellin, Zahnarzt aus Stendal

April 1939

Druck: Karl Stieber, Lauda

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät Würzburg.
Berichterstatter: Prof. Dr. M. Knorr.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meiner Mutter und dem
Andenken meines Vaters gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543516_0006

A. Einleitung.

Die Arbeiten Konrichs über Verbandsstoffsterilisation haben, wie Muntsch schreibt, berechtigtes Aufsehen erregt und dazu beigetragen, daß sich die Stimmen, die sich seinen Forderungen nach einer grundsätzlichen Anwendung einer Temperatur von 120° C zur völligen Entkeimung des Sterilisiergutes anschließen, in der Aerzteschaft, in Hersteller- und Verbraucherkreisen mehren.

Von den Chirurgen nimmt vor allem Kirschner Stellung gegen die üblichen Entkeimungsverfahren. Er schreibt zur Frage der Dampfsterilisation der Gummihandschuhe: „Glücklicherweise ist die Gummiindustrie soweit fortgeschritten, daß die Gummihandschuhe der besten Qualitäten derartigen Hitzegraden standhalten. Hierdurch wird uns eine der größten Sorgen beim Uebergange der Sterilisation zu höheren Hitzegraden genommen".

Im Schrifttum sind zahlreiche Desinfektionsverfahren mit chemischen Mitteln für Gummihandschuhe angegeben (Demmer, Ende, Wolff), die unter Nichtbeachtung der im D. A. B. VI festgelegten Begriffe über Desinfektion und Sterilisation als „Sterilisationsverfahren" für Gummihandschuhe bezeichnet werden. Das D. A. B. hat die Begriffe Desinfektion und Sterilisation klar festgelegt. Desinfizieren heißt einen Gegenstand in den Zustand versetzen, daß er nicht mehr infizieren kann. Sterilisieren heißt einen Gegenstand vollkommen keimfrei machen. Eine Begründung für die Notwendigkeit der Abtötung saprophytischer Sporenbildner ist somit an sich unnötig. Ueber die Möglichkeit, daß solche Keime unter besonderen Umständen infizieren können, bestehen jedoch keine Zweifel so selten solche Vorkommnisse sein mögen (Knorr).

Es war nun zu untersuchen, wie lange bei einer Dampfsterilisation mit gesättigtem und gespanntem Dampf von 120° C die Handschuhe zu sterilisieren sind. Durch die Art des Behälters, in dem die Handschuhe zur Sterilisation in den Autoklaven gebracht werden, ist es möglich, daß der Dampf durch schwer zu überwindende Hindernisse und zurückbleibende Luft am Eindringen in das Innere der Handschuhe behindert wird und somit nach dem Sterilisationsgang an den Handschuhinnenflächen keine Sterilität vorhanden ist. Diese Bedenken hat schon Flatau geäußert mit Beziehung auf die Schimmelbuschtrommel.

Fießler und Ivase machten Versuche über die Dampfwirkung zur Sterilisation der Handschuhinnenflächen. Als Testmaterial des Sterilisationserfolges nahmen sie Bouillon-Kulturen des Bac. subtilis, die an Granatperlen angetrocknet und in die Fingerkuppen der eingepuderten Handschuhe eingelegt wurden. Sie kommen aber zu keinem brauchbaren Ergebnis und stellen selbst fest: „Die Versuche berechtigten uns zu der Annahme, daß die Gummihandschuhe nach Einpudern bei sorgfältiger Lagerung — sie dürfen nicht geknickt und nicht gepreßt werden — durch 30 Minuten lange Einwirkung von gespanntem Dampf von 0,7 atü mit Sicherheit an ihrer ganzen Innenfläche steril werden, wenn es sich nur um Abtötung vegetativer Formen handelt. Für Sporen dürfte diese Methode nicht volle Sicherheit garantieren. Eine Erhöhung der Dampfspannung ist aber für die Handschuhe verhängnisvoll, da der Kautschuk zu weich wird und beim Anfassen zerreißt".

Sie erreichten also nur eine Desinfektion und ihr Urteil über die Dampfunbeständigkeit der Gummihandschuhe gegen höhere Dampfspannung kann für die modernen Fabrikate der Gummiindustrie nicht mehr gelten.

Um Aufschluß über die Dampfwirkung bei der Sterilisation im Innern der Handschuhe zu erhalten wurde die physikalische Prüfung mit Schmelzröhrchen, thermoelektrischer Meßapparatur und die biologische Prüfung mit Sporenerde als Testmaterial ausgeführt. Nach Muntsch genügt die thermoelektrische Messung allein nicht, um ein unanfechtbares Urteil über den Sterilisiererfolg zu fällen. Er glaubt an die Möglichkeit, daß die Luft, wenn sie am Austritt aus einem Verbandspäckchen durch eine dichte Gummihülle gehindert wird, sich mit ihrer Umgebung auf 120° C erhitzt und „Dampfsterilisationstemperatur" vortäuscht. Er fordert als Beweis, daß die Luft durch Dampf verdrängt war, vor allem die bakteriologische Prüfung. Die Abtötung des Testmaterials beweist dann, daß die Luft verdrängt und reiner Dampf im Sterilisiergut vorhanden war.

Aus zahlreichen Arbeiten geht hervor, daß die glatte Entfernung der Luft die größte Bedeutung bei der Dampfsterilisation hat. Nach Konrich setzt die zurückgebliebene Luft der Sterilisierkraft des Dampfes energischen Widerstand entgegen und es wirken Dampfluftgemische viel weniger keimtötend als reiner Dampf. Ueberhitzter Dampf wirkt schlechter als vollgesättigter. Er erhebt die Forderung nach möglichster Entfernung der Luft bei der Dampfsterilisation, da die Erwärmung des Sterilisiergutes vornehmlich durch Dampfkondensation und nur im geringen Grade durch Leitung und Strahlung erfolgt.

Esmarch stellt als erster das erschwerte Eindringen des Dampfes in Gegenstände fest, wenn die daraus zu verdrängende Luft undurchdringliche Hindernisse auf ihrem Wege findet.

Mündel sieht im Luftgehalt die Ursache für die Verlängerung der Eindringungsdauer des Dampfes in das Sterilisiergut, da die

Luft die Wärme schlechter leitet und die Kondensation des Dampfes durch ihre Anwesenheit erschwert.

Gutschmidt hat Untersuchungen über die Luftabscheidung angestellt und gefunden, daß das Steigen der Temperatur im Sterilisiergut von der glatten Entfernung der Luft abhängt.

Muntsch macht genaue Angaben über die Schädlichkeit der Luftbeimengung im Sterilisierprozeß. 15 % Luftbeimengung setzt die Sterilisierkraft des Dampfes herab. Weniger als 10 % Luftbeimengung vermindert nicht die keimtötende Kraft des Dampfes.

Die Bedeutung der Luft wurde in unseren Versuchen bei der Bedienung des Autoklaven und durch die Art der benutzten Handschuhbehälter besonders berücksichtigt.

Bei der Handschuhsterilisation spielt die Frage der Dampfdurchlässigkeit des Gummis eine Rolle. So ist nach Gutschmidt Gummistoff für Sterilisierdampf von 120° C in kurzer Zeit durchlässig. Auch nach Versuchen von Muntsch ist Gummistoff für die Sterilisation kein besonderes Hindernis. Er nimmt an, daß Gummistoff durch die Hitze eine gewebliche Veränderung erfahren muß, damit das Dampfmolekül durchdringen kann, ohne daß eine mikroskopische Porösität feststellbar ist.

Für die biologische Prüfung war die Wahl des Testmaterials von besonderer Bedeutung. Konrich hat Untersuchungen über das zur Sterilisationsprüfung zu benützende Testmaterial angestellt und empfiehlt dazu Sporenerde mit den höchstresistenten „nativen und genuinen" Sporen. Er fand, daß die Sporenerde die Wirkung des gespannten und gesättigten Wasserdampfes von 120° C 5 Minuten aushält. Er verlangte aus Sicherheitsgründen, daß bei der Sterilisation die dreifache Abtötungszeit zugrunde gelegt wird. Nach Konrich und Oesterle enthalten die Bodenproben verschiedener Herkunft nicht regelmäßig die hochresistenten Bakterienarten und sie verlangen, daß eine Gartenerde vor Gebrauch als Testmaterial auf ihre Dampfresistenz geprüft wird.

Ueber die Ursache der hohen Widerstandskraft der Sporenerde hat Oesterle gefunden, daß das mechanische Hindernis, daß bei hoher Schichtmenge die Erdteilchen dem Dampfzutritt entgegenstellen, von sehr geringer Bedeutung ist und daß die hohe Widerstandskraft der nativen Sporen vielmehr eine biologische Eigenschaft dieser in dem gedüngten Boden gereiften Sporen zu sein scheint.

Wenn von zahlreichen Untersuchern die geprüfte Sporenerde mit einer Dampfresistenz von 5 Minuten gegen den Dampf von 120° C als Sterilisierprüfmaterial gefordert wird, so muß auf die von Knorr festgestellte hohe Resistenz der Aktinomyceten-Sporen hingewiesen werden. Er fand, daß sie eine Temperatur von 118,3° bis 118,5° C 30 Minuten lang überdauerten. Auch in unseren Versuchen fanden wir mehrfach, daß die höchste Resistenz der Erdsporen von der der Aktinomyceten übertroffen wird. Wir nahmen ein Testmaterial mit der Wider-

standskraft von 5 Minuten 120° C, wie es allgemein von Untersuchern bei Sterilisierprüfungen zugrunde gelegt wird. In Sporenerdeproben, die die Sterilisation überstanden, fanden wir oft den Bac. sphaericus in seiner fein und grob wachsenden Form, der von Manigold beschrieben wird.

B. Experimenteller Teil.

a) Apparat-Beschreibung.

Zur Handschuhsterilisation wurden 3 Sterilisiergeräte benutzt.

1. Der kleine Handschuhbehälter nach Knorr der Fa. Stiefenhofer/München (s. a. Abb. 1) hat rechteckige Form und seine Außenmaße betragen: Länge 28 Zentimeter, Breite 13 Zentimeter, Höhe 28 Zentimeter. Er hat ein Fassungsvermögen von 5 Paar Gummihandschuhen. Deckel, Wände und Boden sind durchlöchert und mit Leinwand verkleidet. Die Handschuhe werden an einer federnden Spange, die mit 2 Armen in die Schmalseiten der Handschuhe greift, mit den Oeffnungen nach oben im Behälter aufgehängt.

2. Die Securia-Trommel der Fa. Küster/Berlin hat einen Durchmesser von 25 Zentimeter und eine Höhe von 16 Zentimeter. Boden und Deckel sind durchlöchert und mit Leinwand verkleidet.

3. Der Handschuhbehälter Cheirocert der Fa. Lautenschläger/München hat rechteckige Form (s. a. Abb. 4) und seine Außenmaße betragen: Länge 29 Zentimeter, Breite 29 Zentimeter, Höhe 30 Zentimeter. Deckel und Boden sind durchlöchert und mit Leinwand verkleidet. Der Cheirocert enthält einen Einsatz mit 24 Spreizhänden aus hochdruckbeständigem Preßmaterial, die zur Aufnahme der Gummihandschuhe dienen und in 8 Reihen zu je 3 Spreizhänden nebeneinander stehen. Leinenbeutel, die über die Handschuhe gezogen werden, schützen sie vor gegenseitiger Berührung.

Der Autoklav in dem die Handschuhbehälter sterilisiert wurden, ist ein „Hochdrucksterilisator für 120° C mit automatischer Luftbeseitigung" der Fa. Lautenschläger. Der zylindrische, doppelwandige Autoklav hat eine Größe von 60×40 Zentimeter. Die Art der Beheizung des Autoklaven, mit Gas oder durch direkte Dampfzuführung, ist bei den einzelnen Versuchen angegeben. Das Dampfeinleitungsrohr befindet sich am höchsten Punkt des Autoklaven und der Lufthahn am Boden, sodaß beim Einleiten des spezifisch leichteren Dampfes von oben und durch die Verdrängung der spezifisch schwereren Luft durch den Lufthahn am Boden der glatten Entfernung der Luft Rechnung getragen ist.

b) Physikalische Prüfung.

1. Versuche mit Schmelzröhrchen.

Um festzustellen, ob bei der Sterilisierzeit von 15 Minuten nach ca. 15 Minuten Steigezeit die Temperatur von 120° C im Innern der

Handschuhe erreicht wird, machten wir eine Schmelzröhrchenkontrolle. Als geeigneter Stoff mit dem Schmelzpunkt von 120° C kam Sulfosalizylsäure in Betracht. Die Schmelzröhrchen hatten eine Länge von 4—5 Zentimeter und einen Durchmesser von 3 Millimeter. Am oberen Ende der Röhrchen wurde ein Drahthaken eingeschmolzen. In das Innere des oberen Endes wurde in 1 Zentimeter Länge Sulfosalicylsäure gefüllt. Der Handschuhbehälter nach Knorr wurde mit 8 innen und außen eingepuderten Buna-Handschuhen, in denen je 4 Röhrchen in verschiedenen Höhen an den Handschuhspangen mit Fäden aufgehängt waren, 15 Minuten bei 120° C im gasgeheizten Autoklaven sterilisiert. Der Schmelzerfolg war nach der Sterilisation daran sichtbar, daß in den Röhrchen die Sulfosalicylsäure von oben nach unten geflossen war. Dadurch war erwiesen, daß im Innern der Gummihandschuhe die Temperatur von 120° C erreicht wurde.

2. Thermoelektrische Messungen.

Um die Wärmeverhältnisse und besonders das Ansteigen der Temperaturen in den Gummihandschuhen während des Sterilisationsganges zu ermitteln, wurden thermoelektrische Messungen angestellt.

Es wurde ein Gerät mit 10 Meßstellen und ein Galvanometer mit einem Meßbereich bis zu 5 MV benutzt. Die Elemente bestanden aus Kupfer-Konstantandrähten, die durch Asbest isoliert waren. Bei den Versuchen wurden die einzelnen Lötstellen in den im Handschuhbehälter nach Knorr hängenden Handschuhen und den in der Trommel zwischen Handtüchern verpackten Handschuhen verteilt. Durch das Einklemmen der Drähte beim Schließen der Deckel von Handschuhbehälter und Trommel, wurden die einzelnen Lötstellen in ihrer bestimmten Lage in den Handschuhen gehalten. Die gemeinsame Kupfer-Konstantanlötstelle wurde in eine Thermosflasche mit Eis-konstante Null-Temperatur gelegt. Im Autoklaven stand der Handschuhbehälter am Boden und die Trommel auf dem Handschuhbehälter.

Bei unseren Versuchen stellten wir fest, daß nach einer Steigezeit von 8 Minuten bei gedrosseltem Lufthahn und nach Anzeigen der Temperatur von 120° C am Thermometer diese Temperatur auch in den Handschuhen im Handschuhbehälter vorhanden ist. Dagegen tritt der Temperaturausgleich in den Handschuhen der Trommel verzögert ein, was auf die durch Verpacken zwischen Handtüchern erschwerte Luftentfernung zurückzuführen ist. Beeinträchtigt wurden die Messungen durch Abweichungen der einzelnen Elemente trotz vorgenommener Eichung. Als Ursache dafür kommen mechanische Störungen in Frage, die durch Einklemmen der Drähte beim Herausführen aus den Sterilisiergeräten und dem Autoklaven eintreten konnten. Aber auch sonst gestatten die thermoelektrischen Messungen nur die Feststellungen gröberer Abweichungen (ca. 1,5°).

c) Biologische Prüfung.

Um Aufschluß über die Wirkung des Dampfes bei der Sterilisation an den Handschuhinnenflächen zu erhalten, wurden Versuche mit Sporenerde als Testmaterial angestellt. Es wurde dazu getrocknete Gartenerde benutzt, die in der Menge von 3 Gramm eine Dampfresistenz von über 5 Minuten 120° C aufwies.

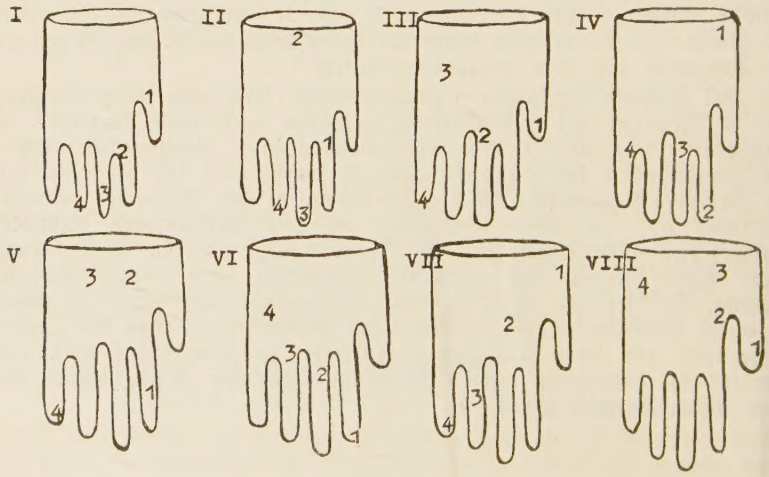
Aus Leinenstückchen von ca. 5×5 Zentimeter Größe wurden Säckchen angefertigt, die durch Fäden an Drahthaken befestigt waren. Mit den Drahthaken wurden die Säckchen an den Spangen des Handschuhbehälters in den Handschuhen aufgehängt (Abb. 1). Bei Verwendung der Trommel wurden die Säckchen derart in die Handschuhe gelegt, daß die Drahthaken aus den Handschuhöffnungen herausragten.

Die Handschuhe wurden vor Einbringung der Probesäckchen innen und außen leicht eingepudert um ein Verkleben während des Sterilisationsganges zu verhindern.

Nach dem Sterilisiergang wurden die Säckchen an den Glashaken der für solche Zwecke von Knorr beschriebenen Flaschen aufgehängt (Abb. 2). Die Flaschen, die als Nährboden für das sterilisierte Testmaterial 1-prozentige Traubenzuckerbrühe enthielten, wurden mindestens 21 Tage bei 37° C bebrütet. Unsterile Brühen wurden auf 1-prozentigen Traubenzucker-Agar ausgesät und ihre Kolonien durch Gram- und Fuchsin-Präparate untersucht. Auch durch Sedimentierung wurde in Zweifelsfällen das Wachstum bestimmt (Oesterle).

Versuchsreihe A.

Es wurden 6 Versuche mit dem Handschuhbehälter nach Knorr im gasgeheizten Autoklaven durchgeführt.



Bei Versuch a, 1, 2 wurden Buna-Handschuhe und bei Versuch 3, 4, 5 Calodur-Handschuhe verwendet.

Jedes Säckchen enthielt ca. 0,4 Gramm Sporenerde des Jahrgangs 1936

Bei jedem Versuch wurden 32 Säckchen verwendet, die in 8 Handschuhen zu je 4 angebracht wurden, deren Lage in den Zeichnungen vermerkt ist.

I. Steigezeit 12 Minuten, Sterilisationszeit 20 Minuten, 120° C.

a. Versuch: Von 32 Brühen wurden 4 unsteril (Luftkokken).

II. Steigezeit 12 Minuten, Sterilisationszeit 15 Minuten, 120° C.

1. Versuch: Von 32 Brühen wurden 6 unsteril (Luftkokken).
2. Versuch: Von 32 Brühen wurden 5 unsteril (3 × Luftkokken, 1 × Schimmelpilze, 1 × Bac. mesent. VII/2).
3. Versuch: Von 31 Brühen (1 Säckchen ging bei der Uebertragung verloren) wurden 6 unsteril (Luftkokken).
4. Versuch: Von 32 Brühen wurden 5 unsteril (4 × Luftkokken, 1 × Bac. sphaericus V/3).
5. Versuch: 30 Brühen blieben steril (2 Säckchen gingen bei der Uebertragung verloren).

Zusammenfassung der Versuchsreihe A:

Von 189 Brühen blieben 163 steril

26 wurden unsteril: 23 × Luftkokken
1 × Schimmelpilze
2 × Sporenbildner.

Die Unsterilität der 26 Brühen ist durch Auffallen von Keimen während der Uebertragung der Säckchen zu erklären. Die beiden Sporenbildner stammen wahrscheinlich von meinem Mantel, den ich vor der Verimpfung zu wechseln vergaß. Vorher hatte ich aber die Säckchen mit der trockenen Erde gefüllt, wobei Staubbildung nicht zu vermeiden ist. Aus diesem Grunde wurden auch solche Arbeiten in einem Raum erledigt, der zu bakteriologischen Arbeiten nicht benutzt wird.

Aus diesen Versuchen ist zu folgern, daß eine Sterilisierzeit von 15 Minuten bei 120° C für im Handschuhbehälter sterilisierte Gummihandschuhe Sicherheit hinsichtlich ihrer Sterilität an den Innenflächen bietet.

Versuchsreihe B:

Es wurden 3 Versuche bei direkter Dampfzuführung im Autoklaven durchgeführt bei denen der Handschuhbehälter nach

Knorr und die Securia-Trommel zugleich im Autoklaven sterilisiert wurden. Der Handschuhbehälter wurde auf den Boden des Autoklaven gestellt und die Trommel auf den Handschuhbehälter.

Es wurden bei jedem Versuch im Handschuhbehälter 6 Buna- und Calodur-Handschuhe abwechselnd nebeneinander gehängt und in der Trommel 6 Buna- und Calodur-Handschuhe abwechselnd übereinander locker zwischen Handtüchern verpackt.

Es wurden bei Versuch 1 und 2 36 Sporenerdesäckchen verwendet, davon waren in den Handschuhen des Handschuhbehälters sowie in denen der Trommel je 18 angebracht.

Beim 3. Versuch wurden 48 Sporenerdesäckchen verwendet, davon waren in den Handschuhen des Handschuhbehälters und in denen der Trommel je 24 angebracht.

Bei Versuch 1 und 2 enthielt jeder Handschuh 3 Säckchen, deren Lage in den Handschuhen war:

Probesäckchen 1: An der distalen Seite des Handgelenks 3–4 Zentimeter von der Oeffnung des Handschuhes entfernt.

Probesäckchen 2: In der Höhe des Mittelfingergrundgelenkes.

Probesäckchen 3: An der Zeigefingerspitze.

Beim 3. Versuch lag noch in jedem Handschuh ein 4. Säckchen in der Mitte der Hohlhandfläche des Handschuhes.

1. Versuch: Sterilisierzeit 3 Minuten.

Sterilisiergang: Anheizzeit bis 100°: 5 Minuten
Dampfausströmzeit: 10 Minuten
Steigezeit von 100—120°: 10 Minuten
Sterilisierzeit bei 120°: 3 Minuten
Fallzeit auf 100°: 5 Minuten.

Der Lufthahn wurde bei Beginn der Steigezeit gedrosselt und auch während der Sterilisierzeit nicht ganz geschlossen.

Handschuhbehälter: Von 18 Brühen wurden 6 unsteril (2 × Kokken, 2 × Schimmelpilze, 2 × Sporenbildner).

Trommel: Von 18 Brühen wurden 5 unsteril (2 × Kokken, 3 × Sporenbildner).

2. Versuch: Sterilisierzeit 6 Minuten.

Sterilisiergang: wie beim 1. Versuch.

Handschuhbehälter: Von 18 Brühen wurden 3 unsteril (2 × Luftkokken, 1 × Aktinomyceten).

Trommel: Von 18 Brühen wurden 3 unsteril (2 × Schimmelpilze, 1 × Aktinomyceten).

3. Versuch: Sterilisierzeit 15 Minuten.

Sterilisiergang: Anheizzeit bis 100°: 5 Minuten
Dampfausströmzeit: 5 Minuten
Steigezeit von 100—120°: 6 Minuten
Sterilisierzeit bei 120°: 15 Minuten
Fallzeit auf 100°: 5 Minuten.

Handschuhbehälter: Von 24 Brühen wurden 6 unsteril (Luftkokken).

Trommel: Von 24 Brühen wurden 11 unsteril (8 × Luftkokken, 3 × Schimmelpilze).

Zusammenfassung der Versuchsreihe B:

Es ist auffallend, daß beim 1. Versuch nur in 5 Fällen Sporenwachstum in den Brühen festzustellen war.

Beim 2. Versuch ist ein Ausbleiben von Sporenwachstum in den Brühen mit Probesäckchen aus dem Handschuhbehälter verständlich, jedoch nicht in den Brühen mit Probesäckchen aus der Trommel. Allerdings kann die lockere Packung der Handschuhe in der Trommel für das Eindringen des Dampfes in das Sterilisiergut und für die Entfernung der Luft aus ihm besonders günstig gewesen sein.

Beim 3. Versuch fällt die häufige Luftinfektion der Brühen auf, die wohl ihre Ursache darin hat, daß bei diesem Versuch nach der Sterilisation die Uebertragung der Probesäckchen in die Brühe nicht in dem sonst für solche Zwecke zu Verfügung stehenden Raum vorgenommen wurde.

Hinsichtlich des geringen Sporenwachstums lag die Vermutung nahe, daß die von uns benutzte Sporenerde überhaupt, wie auch die geringe Menge von etwa 0,4 Gramm in den Probesäckchen, die hochresistenten Sporen in zu geringer Anzahl enthält. Diesen Hinweis hat auch Konrich gegeben, der verlangt, daß man in jedes Probesäckchen etwa 1—2 Gramm hineintut. Es könne in einer an sich geeigneten Erde die Anzahl der hochresistenten Sporen klein sein und bei Verwendung einer kleinen Menge Erde diese frei von solchen Sporen sein. Diesen Bedenken wurden in den weiteren Versuchen Rechnung getragen.

Versuchsreihe C:

4 Versuche wurden bei direkter Dampfeinleitung durchgeführt, bei denen der Handschuhbehälter nach Knorr und die Securia-Trommel zugleich im Autoklaven sterilisiert wurden.

Der Handschuhbehälter wurde auf den Boden des Autoklaven gestellt und die Trommel an einer Leiste im oberen Teil des Autoklaven aufgehängt, um für sie die Dampfverhältnisse besonders günstig zu gestalten. Bei jedem Versuch wurden im Handschuhbehälter 6 Buna- und Trophan-Handschuhe abwechselnd nebeneinander gehängt und in der Trommel 6 Buna- und Trophan-Handschuhe abwechselnd übereinander ziemlich fest zwischen Handtüchern verpackt. Es wurden bei jedem Versuch 36 Sporenerdesäckchen verwendet, davon in den Handschuhen des Handschuhbehälters und der Trommel je 18.

Jeder Handschuh enthielt 3 Säckchen, deren Lage in den Handschuhen wie bei Versuchsreihe B war. Jedes Säckchen enthielt 1 Gramm Sporenerde des Jahrganges 1938.

Der Sterilisiergang war bei den Versuchen dieser Versuchsreihe wie bei den Versuchen 1 und 2 der Versuchsreihe B.

Aus den Tabellen der folgenden Versuche ist die Lage der Probesäckchen in den Handschuhen und die Art des Wachstums unsteriler Brühen ersichtlich. In Fällen von Aktinomycetenwachstum ist der Tag, an dem es festgestellt wurde, angegeben.

1. Versuch: Sterilisierzeit 3 Minuten.

Handschuhbehälter: Von 18 Brühen wurden 11 unsteril (9 × Sporenbildner (+), 2 × Luftkokken (0).

I			II			III			IV			V			VI		
Buna			Trophan			Buna			Trophan			Buna			Trophan		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	+	+		+	+		0	+		0	+			+		+	+

Trommel: Alle 18 Brühen wurden unsteril (16 × Sporenbildner, 2 × Luftkokken).

2. Versuch: Sterilisierzeit 7 Minuten.

Handschuhbehälter: Von 18 Brühen wurden 4 unsteril (2 × Luftkokken (0), 1 × Aktinomyceten (+ +)

I			II			III			IV			V			VI		
Buna			Trophan			Buna			Trophan			Buna			Trophan		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
		+ + 12	0							0							

Trommel: Von 18 Brühen wurden 15 unsteril (15 × Sporenbildner) (+).

I			II			III			IV			V			VI		
Buna			Trophan			Buna			Trophan			Buna			Trophan		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+

3. Versuch: Sterilisierzeit 10 Minuten.

Handschuhbehälter: Von 18 Brühen wurden 10 unsteril (6 × Aktinomyceten (++), 2× Luftkokken (0), 1 × Corynebakt. (00) und 1 × Schimmelpilz (=).

I			II			III			IV			V			VI		
Buna			Trophan			Buna			Trophan			Buna			Trophan		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
++ 15	++ 20	++ 10						0	++ 25	0	00	=	++ 20	++ 10			

Trommel: Von 18 Brühen wurden 7 unsteril (2 × Aktinomyceten (++), 4 × Sporenbildner (+), 1 × Luftkokken (0).

I			II			III			IV			V			VI		
Buna			Trophan			Buna			Trophan			Buna			Trophan		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
				+	+				0	+	+	++ 15				++ 10	

4. Versuch: Sterilisierzeit 15 Minuten.

Handschuhbehälter: Von 18 Brühen wurden 1 unsteril (Schimmelpilze).

Trommel: Von 18 Brühen wurde 1 unsteril (Corynebakt.)

Zusammenfassung der Versuchsreihe C:

Beim ersten Versuch ist bei den Probesäckchen, die in den Handschuhen des Handschuhbehälters am höchsten angeordnet waren (Probe-

säckchen 1) Sporenwachstum ausgeblieben. Daraus lassen sich Schlüsse über das Eindringen des Dampfes in die Handschuhe und die Entfernung der Luft aus ihnen ziehen. Scheinbar ist der Vorgang so, daß die Luft sich zum Teil während der Anheiz- und Steigezeit erwärmt und nach oben steigt, zugleich aber auch durch den von oben und seitlich andrängenden Dampf nach unten durch den Gummi hindurch verdrängt wird.

Beim zweiten Versuch ist im Handschuhbehälter das Testmaterial abgesehen von dem Aktinomyceten, abgetötet worden. Es scheint also der Dampf in den Handschuhen des Handschuhbehälters bei Beginn der Sterilisierzeit unter denselben Bedingungen zu wirken wie im freien Dampfraum. In der Trommel ist Sporenwachstum bei 3 Probesäckchen ausgeblieben (2 × Probe 1, 1 × Probe 3, legte im obersten Handschuh), die der Dampfeinwirkung besonders zugänglich gewesen sind.

Beim dritten Versuch ist das häufige Aktinomycetenwachstum auffallend (6 × im Handschuhbehälter, 2 × in der Trommel). Das kann seine Ursache darin haben, daß die verwendete Erde eine Schicht mit zahlreichen Aktinomyceten-Sporen besaß. Andererseits ist aber auch eine Infektion durch Aktinomyceten-Sporen aus der Luft bei dieser Versuchsanordnung nicht völlig auszuschließen, wenn auch unwahrscheinlich. Die Pilzhütchen befanden sich zum Teil auf den Säckchen sitzend und an den Fäden, sind also aus ihnen herausgewachsen (s. Abb. 3), und zum Teil auf dem Boden der Flaschen.

An dem Sporenwachstum der Säckchen aus der Trommel (4 ×) ist ersichtlich, daß bei dieser Art der Handschuhsterilisation das Eindringen des Dampfes und die Luftentfernung sehr verzögert vor sich gehen.

Der vierte Versuch zeigt, daß für den Handschuhbehälter die Sterilisierzeit von 15 Minuten bei 120° C völlige Sicherheit für die Sterilität der Handschuhe bietet. Für die Trommel ist jedoch ein Sicherheitszuschlag von mindestens 10 Minuten zu fordern, da bei einer Sterilisierzeit von 10 Minuten noch Sporenwachstum auftrat. Bei Verwendung größerer Trommeln wie sie im klinischen Betrieb üblich sind, müßte die Sterilisierzeit besonders ermittelt werden, denn bei Vergrößerung des Sterilisiergutes würden die Schwierigkeiten beim Eindringen des Dampfes und der Entfernung der Luft entsprechend wachsen.

Versuch D:

Bei diesem Versuch wurde die Securia-Trommel unten und der Handschuhbehälter Cheirocert oben im Autoklaven zugleich sterilisiert.

Die Sporenerdesäckchen wurden mit Fäden an den Spreizhänden des Cheirocert-Einsatzes befestigt (s. Abb. 4)

Die Versuchsanordnung und der Sterilisiergang waren wie bei Versuchsreihe C.

Sterilisierzeit 10 Minuten.

Cheirocert: Von 18 Brühen wurden 9 unsteril (4 × Sporenbildner (+), 4 × Luftkokken (0), 1 × Schimmelpilz (=).

I			II			III			IV			V			VI		
Buna			Trophan			Buna			Trophan			Buna			Trophan		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0					+	0				0	+	0		=		+	+

Trommel: Von 18 Brühen wurden 7 unsteril (6 × Sporenbildner (+), 1 × Luftkokken (0).

I			II			III			IV			V			VI		
Buna			Trophan			Buna			Trophan			Buna			Trophan		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
				+	+			0	+	+	+						+

Betrachtung zu Versuch D:

Im allgemeinen besagt ein Versuch nichts. Immerhin ist es merkwürdig, daß beim ungekehrten Prinzip der Handschuh-Sterilisation — Spitzen oben — stets die Probe 3 im Trophan-Fabrikat noch Sporenbildner enthielt. Da dieses Fabrikat sich genau so in der Trommel verhielt, kann angenommen werden, daß seine Dampfdurchlässigkeit erheblich geringer als die der Buna-Fabrikate sein muß.

Ferner zeigt dieser Versuch, daß auch bei dem an sich verständlichen Prinzip der Handschuhaufhängung im Cheirocert — die kalte, schwerere Luft fällt nach unten — das Eindringen des Dampfes zur Luftverdrängung neben der plausiblen Luftschwere wirken muß, wenn nicht die, eine Sterilisation erschwerenden, Dampfluftgemische entstehen sollen.

Im wesentlichen ist es also kein Vorteil, die Handschuhe mit den Fingerspitzen nach oben aufzuhängen. Die schwierigere Art dieser Aufhängung (s. Abb. 4) lohnt sich nicht.

Auch der Dampfgang in der Trommel weist darauf hin, daß die Luft in den Handschuhen, falls es sich um ein schwer dampfdurchlässiges Fabrikat handelt, nicht entfernt wird; so kommt es, daß vorzugsweise die am Handgelenk liegenden Proben steril werden. Im übrigen sei auf die Schlußbetrachtung verwiesen.

C. Schlußbetrachtung.

1. Aus den Versuchen geht hervor, daß die Sterilisation der Gummihandschuhe in geeigneten Behältern mit gespanntem, gesättigtem Dampf von 120° C in 15 Minuten gesichert ist. Diese Zeit ergibt sich aus dem Ergebnis bei 7 Minuten 120° C, wo keine Sporenbildner — von den Aktinomyceten abgesehen — mehr angingen. Dabei ist Voraussetzung, daß der Apparat nach Vorschrift bedient wird. Hierzu muß bis zur Erreichung von 100° C mindestens 5 Minuten, von da bis zu 120° C 10 Minuten vergehen (gültig für Lautenschläger Hochdruck-Sterilisator in der Größe 60×40 Zentimeter).

Unter gleichen Verhältnissen sind Handschuhe in den Securia-, Citocert- usw. -Trommeln 30 Minuten bei 120° C zu sterilisieren, also doppelt solange wie in den Spezialbehältern für Handschuhe.

Diese Zeiten 15 bzw. 30 Minuten sind Maximalzeiten, die für die Fabrikate Buna, Calodur, Trophan in gleicher Weise gelten.

Die Minimalzeiten müssen für jeden Behälter und jedes Fabrikat eigens festgesetzt werden, da sie für die Materialveränderung von ausschlaggebender Bedeutung sind. So würden z. B. Buna-Handschuhe in der Securia- und Citocert-Trommel nicht so lange zu sterilisieren sein wie die Trophan-Handschuhe.

Auf alle Fälle geht aus der Arbeit klar hervor, daß jedes Fabrikat nicht nur in Bezug auf Materialveränderung sondern auch hinsichtlich der Sterilisationszeit in dem gewählten Behälter zu prüfen ist.

2. Nach unseren Ergebnissen eignen sich Buna- und Calodur-Handschuhe besonders für die Hochdruck-Dampfsterilisation. Sie sind durchlässiger für Dampf als andere Fabrikate z. B. Trophan-Handschuhe, deshalb besser sterilisierbar. Auch leiden sie nach den Angaben von Nehrkorn und unseren praktischen Versuchen am wenigsten durch den Hochdruckdampf.

3. Im Großeinkauf kostet das Paar bester Gummihandschuhe 1.20 RM.; wenn bei großen Operationen 6 Paar benützt werden, die nur 10 mal 15 Minuten bei 120° C sterilisiert werden, entstehen 0.72 RM. Unkosten. Es bedarf keiner Begründung, daß diese Summe durch die erreichte Sicherheit reichlich aufgewogen wird und gegen sie im Hinblick auf den Operationswert überhaupt nichts einzuwenden ist.

4. Wir haben zum mehrfach aufgetretenen Aktinomycetenwachstum Stellung zu nehmen. Es wird sich in Zukunft nicht umgehen lassen den Begriff „steril" im D. A. B. hinsichtlich der Bebrütungszeit festzulegen. Geschieht dies nach den bisherigen amtlichen Grundsätzen der Serumkontrolle, so wäre eine Bebrütungszeit von 6 Tagen bei 37° C hinreichend. Damit wäre die Aktinomycetenfrage ausgeschaltet, da sie äußerst selten vor dem 10. Tage erschienen. Nachdem aber mit der gewiß reichlich solche Sporen enthaltenden Erde nach 15 Minuten 120° C nie mehr, auch nicht nach 28 Tagen bei 37° C, Aktinomyceten erschienen, ist anzunehmen, daß bei der Temperatur von 120° C

diese Zeit zur Vernichtung ausreicht. Man muß deshalb bestrebt sein, die Temperatur genau einzuhalten, da in den Versuchen von Knorr diese Sporen 30 Minuten bei 118,3 bis 118,5° C überdauerten. Vielleicht ist eine Temperatur von 121 bis 122° C, auf die heute unsere Sterilisatoren eingestellt sind, überhaupt in der Lage die Aktinomyceten abzutöten. Damit würde sich die Sterilisationszeit vielleicht auch verkürzen lassen, falls die Temperaturerhöhung nicht besondere Nachteile für das Material mit sich bringt.

5. Auf die Frage in wie weit Handschuhe im Innern steril sein müssen, da sie ja sofort durch Berührung mit der Hand wieder unsteril werden, kann hier nicht eingegangen werden. Auf alle Fälle ist es widersinnig Gummihandschuhe anzuziehen, die außen bestenfalls leidlich desinfiziert sind (Demmer, Ende und Wolff).

6. Auch diese seit ca. 4 Monaten durchgeführten Versuche zeigen, daß die Fabrikanten sich Klarheit über ihre Erzeugnisse verschaffen müssen, ehe sie der gutgläubige Operateur kauft.

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. M. Knorr für die Ueberlassung der Arbeit, sowie für seine stete Hilfe und Unterstützung meinen besonderen Dank aussprechen.

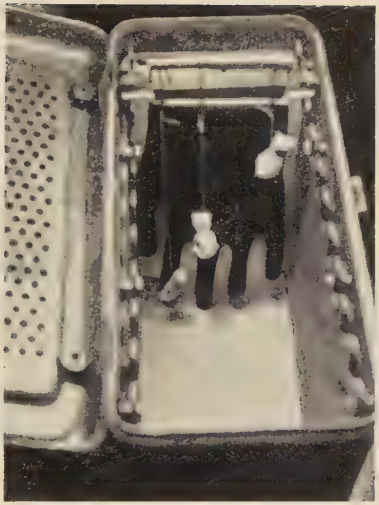


Abb. 1

Abb. 2

Abb. 3

Abb. 4

Schrifttum.

Demmer, F.: Arch. f. Chir. 163, S. 1 (1931)

Ende, L.: M. m. W. 1924, S. 835

Esmarch, E.: Zeitschr. f. Hyg. 1887, S. 342

Fießler und Ivase: M. m. W. 1908, S. 1721

Flatau, S.: M. m. W. 1908, S. 679

Gutschmidt, H.: Zeitschr. f. Chir. 238, S. 265 (1933)

— Arch. f. Chir. 171, S. 775 (1932)

Kirschner, M.: Der Chirurg, 1930, S. 337

Knorr, M.: M. m. W. 1932, S. 1599

— Zbl. f. Bakt. I. Orig. 127, S. 269 (1933)

Konrich, F.: Die bakterielle Keimtötung durch Wärme 1938, F. Enke, Verlag Stuttgart

— Dtsch. Zeitschr. f. Chir. 221, S. 28 (1929)

— Der Chirurg, 1930, S. 115

Manigold, K.: Arch. f. Hyg. 112, 315 (1934)

Muntsch, Pharm. Z. 1931, Nr. 199

— Zbl. f. Chir. 232, 531 (1931)

Mündel: Arch. f. Hyg. 117

Nehrkorn: Zbl. f. Chir. 1938, H. 9

Oesterle, P.: M. m. W. 1938, S. 407

— Zbl. f. Bakt. I Orig. 141, 187 (1938)

Wolff, U.: M. m. W. 1937, S. 1100.

Lebenslauf.

Am 2. April 1913 wurde ich, Hans Sellin, als Sohn des Telegrapheninspektors Karl Sellin und seiner Ehefrau Berta, geb. Meth, in Stendal geboren. Im Frühjahr 1932 bestand ich die Reifeprüfung am Stendaler Realgymnasium. Ich studierte 3 Semester in Leipzig und 5 Semester in Würzburg, wo ich im Sommer 1936 das zahnärztliche Vorexamen und im April 1938 das zahnärztliche Staatsexamen ablegte.